

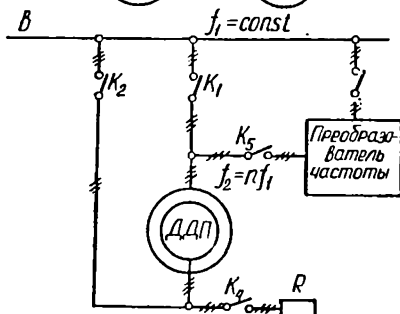
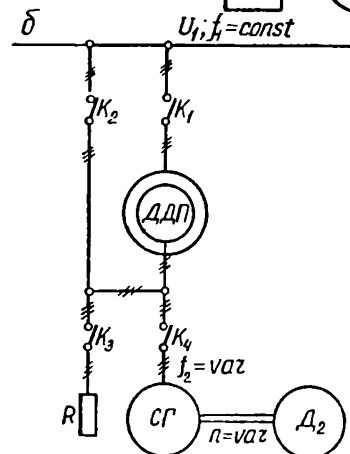
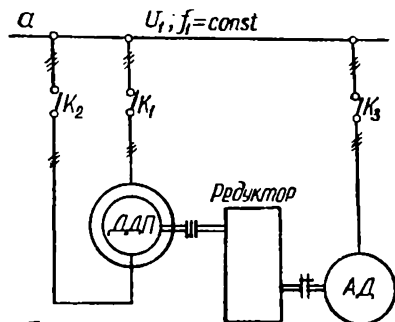
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Для многих механизмов (центрифуг, венгиляторов, турбокомпрессоров, насосов) в металлургической, химической, горной и других отраслях промышленности требуются двигатели с повышенным числом оборотов, так как при этом существенно улучшаются их эксплуатационные качества. При частоте 50 *гц* максимальная скорость вращения ротора бесколлекторных электрических машин равна 3000 *об/мин*, а двигателей двойного питания (ДДП) — 6000 *об/мин*. До сих пор широкому применению ДДП в народном хозяйстве препятствовала склонность их к самораскачиванию. Однако исследования [1] показали, что при соответствующем подборе параметров самораскачивание ДДП можно исключить. Другим недостатком ДДП является невозможность самостоятельного разворота до двойной синхронной скорости, что вызывает необходимость дополнительного пускового устройства.

Запуск ДДП может быть осуществлен несколькими способами: а) при помощи вспомогательного разгонного двигателя; б) частотным методом; в) асинхронным пуском от источника повышенной частоты. Общим для всех видов запуска является то, что ДДП должен быть доведен до двойной синхронной скорости с точностью $\pm 5\% n_c$, после чего он синхронизируется с сетью методом самосинхронизации или точной синхронизации [2].

Запуск ДДП разгонным двигателем может быть осуществлен по схеме, представленной на рисунке, *а*. В этом случае необходим повышающий редуктор и пусковой двигатель, мощность которого в зависимости от момента сопротивления механизма может колебаться от 0,5 до 1,1 P_n ДДП. Вспомогательный двигатель после запуска ДДП может работать на холостом ходу, увеличивая статическую устойчивость рабочего двигателя [3], или отключаться от сети. Для лучшего использования материалов пусковой двигатель должен быть специально спроектирован на кратковременный режим работы. Недостатком этого способа запуска является также необходимость специального высокооборотного редуктора. Такой метод запуска может быть экономически выгоден для двигателей малой и средней мощности.

Для пуска ДДП частотным методом необходим агрегат с регулируемой частотой. На рисунке, б представлена принципиальная схема такого запуска.



Схемы запуска ДДП при помощи вспомогательного двигателя (а), частотным методом (б) и от источника повышенной частоты (в).

ДДП вначале разгоняется до синхронной скорости, как обычный асинхронный двигатель с фазным ротором, а затем обмотка ротора ДДП подключается к отдельному синхронному генератору и двигатель разгоняется до двойной синхронной скорости. Мощность синхронного генератора в зависимости от момента сопротивления механизма может колебаться от 0,25 до 0,5 P_n ДДП, а ток возбуждения и скорость подъема частоты должны регулироваться по определенному закону. Вследствие этого силовая схема и схема управления частотным агрегатом получаются сложными, а такой способ может быть экономически выгоден, когда пусковой агрегат используется для запуска группы ДДП большой мощности.

Запуск ДДП от источника повышенной частоты может быть произведен по схеме рисунка, в. Для уменьшения мощности этого источника запуск также можно проводить в 2 этапа: до синхронной скорости ДДП разгоняется от сети 50 гц, как обычный асинхронный двигатель с фазным ротором, а затем включается на источник повышенной частоты и разгоняется до двойной синхронной скорости, после чего синхронизируется с сетью. В качестве источника повышенной частоты для запуска ДДП наи-

более надежными являются статические удвоители и утроители частоты. Однако статические удвоители частоты имеют довольно большой расход активных материалов (расход материалов в 2,5 раза боль-

ше, чем у трансформаторов соответствующей мощности [4]). Кроме того, ввиду недостаточно жесткой внешней характеристики удвоителей с однофазным выходом и большего скольжения асинхронной машины при однофазном питании, для запуска могут быть применены только преобразователи с трехфазным выходом, что значительно усложняет устройство запуска. Поэтому такие преобразователи экономически могут быть выгодны для запуска ДДП малой мощности. Для запуска ДДП средней мощности целесообразнее применять утрители частоты ввиду более экономичной затраты материалов и более жестких внешних характеристик [4].

Наиболее экономичным из утрителей частоты является утритель с искусственной нулевой точкой, образованной звездой косинусных конденсаторов [4]. При питании от такого преобразователя частоты разгон ДДП от синхронной до двойной синхронной скорости можно проводить при включении его по схеме однофазного асинхронного двигателя

(см. рисунок, в). Этот тип преобразователя позволяет легко регулировать выходное напряжение [4], что улучшает процесс синхронизации ДДП с сетью при достижении ротором скорости 6000 об/мин.

На кафедре электрических машин УПИ была проведена эскизная проработка устройства запуска, выполненного на основе утрителя ча-

стоты с искусственной нулевой точкой, для ДДП мощностью 750 квт. Принималось, что ДДП приводит во вращение меха-

Таблица 1
Технико-экономические показатели устройства при использовании утрителя частоты

Тип устройства	Мощность, квт	Вес, кг	Цена, руб
ДДП	750	~2500	3050
Преобразователь .	400	~3000	4100
Батарея конденсаторов КМР 600—100—1	1200		5300
Суммарная			12450

Примечание: ДДП имеет фазное напряжение 500 в; цена преобразователя указана без учета цены конденсаторов.

Таблица 2
Технико-экономические показатели устройства при использовании пускового двигателя

Тип устройства	Мощность, квт	Вес, кг	Цена, руб
Асинхронный двигатель А112—2	3200	1600	970
Прецизионный редуктор	300	~300	~2000
ДДП	750	~2500	~3050
Суммарная			6020

Примечание: двигатели имеют номинальное фазное напряжение 500 в.

низм с вентиляторной характеристикой, имеющий момент сопротивления холостого хода $0,5 M_n$ и момент инерции, 5-кратный моменту инерции ДДП.

Спроектированный утробитель состоит из трех однофазных броневых автотрансформаторов, расположенных на одной фундаментной плите, и батареи конденсаторов. Расчетное время запуска ДДП от преобразователя частоты равняется 150 сек , а перегрев обмоток утробителя при одном запуске составляет 45°C . Несмотря на далеко не оптимальный вариант рассчитанного утробителя частоты (недостаточное использование материалов, большие температурные запасы), стоимость такого устройства запуска вместе с ДДП не превосходит стоимости синхронного турбодвигателя СТМ 750—2 (табл. 1). На основании этого можно сделать вывод, что выбор оптимального варианта позволит снизить стоимость и габариты такого пускового устройства.

В табл. 2 представлена стоимость элементов схемы запуска ДДП мощностью 750 кВт вспомогательным двигателем. Сравнение этих двух способов запуска показывает, что стоимость запуска во втором случае значительно меньше, чем в предыдущем, но при этом один пусковой двигатель не может быть применен для группы ДДП. Если же необходим запуск группы ДДП (трех и более), более дешевым является запуск от преобразователя частоты.

В заключение следует сказать, что в определенных условиях рассмотренные методы пуска ДДП могут быть экономически выгодными и ДДП смогут найти применение в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Онучин. Статическая устойчивость машин двойного питания. Тр. УПИ, сб. 181, Свердловск, 1970.
 2. Ю. А. Онучин. Исследование устойчивости машин двойного питания в режимах генератора и двигателя. Канд. диссертация, Свердловск, УПИ им. С. М. Кирова, 1968.
 3. К. П. Ковач и И. Рац. Переходные процессы в машинах переменного тока. М., Госэнергоиздат, 1963.
 4. А. М. Бамдас, В. А. Кулинич, С. В. Шапиро. Статические электромагнитные преобразователи частоты и числа фаз. М., Госэнергоиздат, 1961.
-